

たいりくプロジェクト：西之島と土曜海山

○田村芳彦（海洋研究開発機構）、石塚治（産業技術総合研究所／海洋研究開発機構）、
佐藤智紀・宮崎隆・平井康裕（海洋研究開発機構）、竹原真美（情報システム研究機構）

西之島を含む伊豆小笠原弧や北米のアリューシャン弧のこれまでの研究から、地殻の薄い海洋島弧に特徴的に安山岩マグマが噴出していることを明らかにし、「海において大陸が形成される」という新しい仮説を提唱しました（Tamura et al., 2016）。この仮説を検証するため、西之島から噴出した溶岩の成分からマントルやマグマの成因を調べることを目的として、JAMSTEC の海洋調査船「なつしま」（NT15E-02）、民間調査船「第3 開洋丸」と無人ヘリコプターを用いて西之島の調査を行い、溶岩を採取して、西之島および周辺海域から直接採取した岩石サンプルを各種の手法で分析しました。西之島は水深 3,000m から屹立する巨大な海底火山の山頂部であり、火山体の大部分は海面下にあります。陸上と海底から採取された溶岩の分析を行ったところ、西之島海底火山の本体が安山岩であることを改めて確認しました。さらに、海底下のマントルにおいて直接安山岩マグマを生成している証拠を見いだししました。西之島の安山岩に含まれるかんらん石を分別するトレンドから、西之島の安山岩がマントルで生成した初生安山岩マグマをルーツとすることが示されたのです（Tamura et al., 2018）。さらに、西之島の安山岩には、Eu（ユーロピウム）という元素が、コンドライトで規格化すると、周期表の隣り合う元素よりも少ないという負の異常が見られます。この異常の原因を明らかにするために、マグマのもととなるマントルの岩石をいろいろと想定して、ユーロピウムの負の異常を説明できるかどうかを検討しました。その結果、地下において 30 km よりも浅い場所でのみ安定である、斜長石を含むかんらん岩が部分融解することによってユーロピウムの負の異常を生じることがわかりました。西之島のマグマの源であるマントルが、斜長石かんらん岩で構成されているということです。つまり、安山岩質マグマをマントルで生成するためには、マントルが浅い場所にある、すなわち地殻が薄いことが必要なのです。本結果は前回の仮説を強く裏付けるものです。一方、周辺海域の小海丘は玄武岩溶岩でできていることも判明し、マントルでできる初生マグマの組成が玄武岩質から安山岩質に時代とともに変化したことが示されました（図 1、Tamura et al., 2018）。

大陸生成仮説をさらに検証するため、西之島の北 48km に位置する海底火山である土曜海山において「しんかい 6500」を用いて潜航調査と試料の採取をおこないました（YK18-08）。西之島の地殻は～20 km の厚さですが、土曜海山はさらに薄く 16 km 前後です（図 2）。土曜海山は円錐形火山で、山頂部の水深は 371m、山頂部から北東にかけて二度の山体崩壊が推定されています（長岡ほか 1991）。山体崩壊後にできた山頂の溶岩ドーム周辺において「しんかい 2000」による Dive 493 潜航により新鮮な玄武岩質スコリアとガラス質玄武岩質溶岩が採取されています（長岡ほか 1992）。今回、土曜海山の初生マグマを採取することを目的としました。初生マグマとは、マントルで生成した後、ほとんど分化せず、海底に噴出したマグマです。初生マグマは山体の水深 2,000m より深い海底に噴出することが経験的にわかっています（Tamura et al., 2014）。土曜海山の北東斜面（6K#1518）と東斜面（6K#1519）で、それぞれ水深 2,744 m～1,857 m および 3,091 m～2,225 m に噴出する溶岩をターゲットとして潜航調査と試料の採取をおこないました（図 3）。今回、土曜海山で採取されたアンカラマイト（単斜輝石とかんらん石を多量に含む玄武岩）に関して、その成因と大陸を生成する安山岩との関係を議論します。土曜海

山は、火山の発達ステージでは、現在の西之島の前段階（図1右の玄武岩を噴出する段階）であり、採取されたアンカラマイトは大陸を生成する安山岩の前駆物質ともいえるものです。

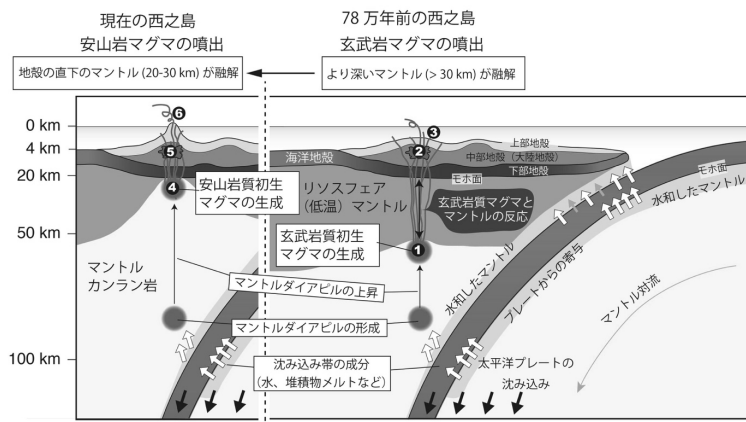


図1 (左) 西之島におけるマグマの成り立ちの変化 (Tamura et al., 2018 より)。

古い時代 (78 万年より以前) はマンツルの深い部分が溶けて玄武岩質マグマを生成し (1)、マグマだまりを経由して (2) 噴出した。これらのマグマは周辺海域の小海丘を形成した (3)。時代の経過とともに、マグマ活動により、マンツルの温度が上昇し、地殻直下の浅い部分 (斜長石かんらん岩) が融解する (4)。それが現在の西之島のマ

グマだまり (5) を経由して、安山岩質マグマを噴出する (6)。

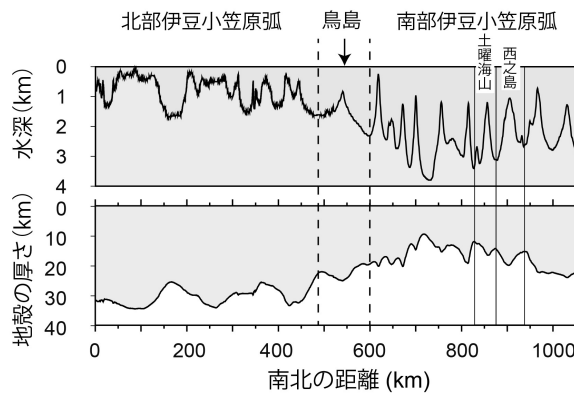
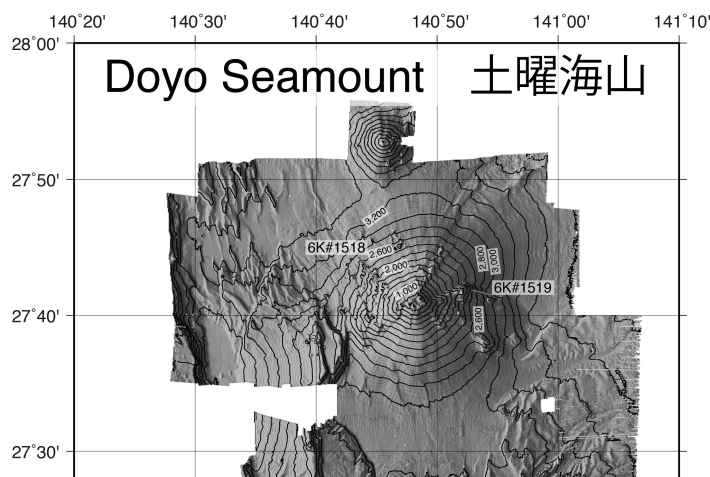


図2 (左) 伊豆小笠原弧における水深と地殻の厚さの関係。南部伊豆小笠原弧は北部に比べて系統的に地殻の厚さが薄い (Tamura et al., 2016)。西之島の地殻は~20 km の厚さを持つが、土曜海山はさらに薄く 16 km 前後である。

図3 (下) 土曜海山の地形と潜航場所 (6K#1518, 6K#1519)



REFERENCES

- 長岡信治、春日茂、加藤幸弘 (1992). 小笠原-七曜海山列の木曜海山、土曜海山および水曜海山の火山地質. *Proc. JAMSTEC Symp. Deep Sea Res.* 237-248.
- 長岡信治、沖野郷子、加藤茂 (1991). ナローマルチビーム測深機による伊豆・小笠原弧中部の海底火山地形図. *水路部研究報告* 27, 145-172.
- Tamura, Y., Ishizuka, O., Stern, R. J. et al. (2014). Mission immiscible: Distinct subduction components generate two primary magmas of Pagan volcano, Mariana arc. *Journal of Petrology* 55, 63-101.
- Tamura, Y., Sato, T., Fujiwara, T., Kodaira, S. & Nichols, A. (2016) Advent of continents: A new

hypothesis. *Scientific Reports* 6, 33517. <https://doi.org/10.1038/srep33517>

Tamura, Y., Ishizuka, O., Sato, T., Nichols, A. (2018). Nishinoshima volcano in the Ogasawara Arc: New continent from the ocean? *Island Arc*. <https://doi.org/10.1111/iar.12285>